

OPTIMASI PERENCANAAN PRODUKSI SEPATU "SERLIUM LEATHER" MENGGUNAKAN MODEL GOAL PROGRAMMING DAN DE NOVO PROGRAMMING

OPTIMIZATION OF SHOES "SERLIUM LEATHER" PLANNING PRODUCTION BY APPLYING GOAL PROGRAMMING AND DE NOVO PROGRAMMING MODEL

Oleh: Nurkhasanah¹⁾, Eminugroho Ratna Sari²⁾

Program Studi Matematika, Jurusan Pendidikan Matematika, FMIPA UNY
nurkhasanah465@gmail.com

Abstrak

Home industry "Serlium Leather" adalah suatu perusahaan yang bergerak di bidang produksi sepatu kulit yang memproduksi 7 model sepatu seperti loafer, ballerina, sneakers, pump, sandal, moccasin, dan oxford. Setiap model sepatu memiliki tingkat permintaan dan keuntungan yang berbeda-beda. Saat permintaan meningkat home industry "Serlium Leather" berharap jumlah sepatu yang diproduksi dapat memenuhi seluruh permintaan sehingga dapat memaksimalkan keuntungan yang diperoleh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelesaikan masalah perencanaan produksi menggunakan model Goal Programming dan De Novo Programming. Untuk membentuk model Goal Programming dan De Novo Programming dilakukan dengan menentukan jumlah variabel dan parameter, serta menentukan fungsi sasaran dan fungsi kendala yang digunakan. Model Goal Programming tanpa prioritas sasaran diolah menggunakan peramalan dan model De Novo Programming diolah menggunakan pendekatan min-max Goal Programming. Diperoleh hasil bahwa berdasarkan perhitungan model Goal Programming tanpa prioritas sasaran diperoleh keuntungan sebesar Rp.243.960.800,00, sedangkan berdasarkan perhitungan model De Novo Programming dengan pendekatan min-max Goal Programming diperoleh keuntungan sebesar Rp.358.768.649,00 sehingga diperoleh bahwa model De Novo Programming dengan pendekatan min-max Goal Programming memberikan keuntungan yang lebih besar sebanyak Rp.114.807.849,00 dibandingkan model Goal Programming tanpa prioritas sasaran.

Kata kunci: Optimasi, Perencanaan Produksi, Goal Programming, De Novo Programming, Sepatu Kulit

Abstract

Home industry "Serlium Leather" is a company which specialize in the production of leather shoes that produce 7 shoe models such as loafer, ballerina, sneakers, pump, sandals, moccasin, and oxford. Each shoe model has different levels of demand and profit. When the demand increases the home industry "Serlium Leather" expects the quantity of shoes production can fulfill whole demand in order to maximize the profits. The purpose of this research is to solve the problem of production planning using Goal Programming model and De Novo Programming model. To form the model of Goal Programming and De Novo Programming is done by determining the number of variables and parameters, and determine the function of the target and the function of the constraints used. Goal Programming model without target priority is processed using forecasting and De Novo Programming model is processed using min-max Goal Programming approach. The results showed that based on the calculation of Goal Programming model without target priority, the profit is Rp.243.960.800,00, while based on the calculation of De Novo Programming model with min-max approach of Goal Programming, the profit is Rp.358.768.649,00. So that, De Novo Programming model with min-max approach of Goal Programming gives more profit as much as Rp.114.807.849,00 than Goal Programming model without priority target.

Keywords: Optimization, Production Planning, Goal Programming, De Novo Programming, Leather Shoes

PENDAHULUAN

Perencanaan produksi ialah suatu kegiatan yang berkenaan dengan penentuan apa yang harus diproduksi, berapa banyak diproduksi, kapan diproduksi dan apa sumber daya yang dibutuhkan untuk mendapatkan produk yang telah ditetapkan

(Sinulingga, 2009:26). Hal yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan perencanaan produksi adalah adanya optimasi produksi sehingga akan dapat dicapai tingkat biaya yang paling rendah untuk pelaksanaan proses produksi tersebut (Anis, Nandiroh & Utami, 2007).

Home industry "Serlium Leather" adalah suatu perusahaan yang bergerak di bidang produksi sepatu kulit. *Home industry* "Serlium Leather" memproduksi 7 model sepatu seperti *loafer*, *ballerina*, *sneakers*, *pump*, sandal, *moccasin*, dan *oxford*. Setiap model sepatu memiliki tingkat permintaan dan keuntungan yang berbeda-beda. Saat permintaan meningkat, maka *home industry* "Serlium Leather" akan meningkatkan jumlah produksi sesuai permintaan. *Home industry* "Serlium Leather" berharap jumlah sepatu yang diproduksi bisa memenuhi seluruh permintaan sehingga dapat memaksimalkan keuntungan yang diperoleh. Meningkatnya jumlah produksi sepatu maka berakibat semakin banyak bahan baku yang digunakan untuk membuat sepatu, sedangkan bahan baku yang tersedia terbatas sehingga *home industry* "Serlium Leather" menginginkan pemakaian bahan baku yang minimal namun bisa memenuhi semua permintaan konsumen.

Permasalahan tersebut merupakan masalah pemrograman linear dengan sasaran ganda karena ada dua sasaran yang ingin dicapai yaitu memaksimalkan keuntungan dan memaksimalkan kapasitas produksi dengan meminimalkan bahan baku. Masalah tersebut dapat diselesaikan menggunakan beberapa model seperti model *Goal Programming* dan *De Novo Programming*.

Model *Goal Programming* dan *De Novo Programming* telah banyak diterapkan dalam penelitian-penelitian terdahulu sebagai solusi pemecahan masalah dalam pengambilan masalah multi sasaran. Anis, Nandiroh & Utami (2007) mendapati bahwa model *Goal Programming* sangat potensial jika digunakan untuk menentukan perencanaan produksi yang merupakan masalah kompleks. Harjiyanto (2014) melakukan penelitian menggunakan model *Goal Programming* dengan dua model, hasilnya adalah model *Goal Programming* tanpa prioritas sasaran menghasilkan keuntungan yang lebih besar dibanding dengan model *Goal Programming* dengan prioritas sasaran. Istiqomah & Lestari (2017) mendapati bahwa model *Goal Programming* tanpa prioritas sasaran lebih optimum daripada model *Goal Programming*

dengan prioritas sasaran karena menghasilkan hasil yang lebih besar.

Ariyani (2009) melakukan penelitian menggunakan model *De Novo Programming* untuk menentukan jumlah produk keramik yang harus diproduksi agar memperoleh keuntungan yang maksimal. Lestari (2014) melakukan penelitian untuk menganalisa masalah perencanaan produksi suatu barang menggunakan model program linear multi objektif *De Novo* dengan pendekatan *Goal Programming*. Nababan, Lestari & Saptaningtyas (2016) melakukan penelitian tentang perencanaan produksi menggunakan model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming* untuk memaksimalkan keuntungan dan kapasitas produksi bakpia.

Berdasarkan uraian, penelitian ini bertujuan untuk menyelesaikan masalah perencanaan produksi *home industry* "Serlium Leather" dengan menggunakan model *Goal Programming* tanpa prioritas sasaran dan model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming*. Adapun sasaran yang ingin dicapai adalah memaksimalkan keuntungan dan memaksimalkan kapasitas produksi.

KAJIAN PUSTAKA

Berikut ini akan dijelaskan teori tentang perencanaan produksi, peramalan, pemrograman linear, *Goal Programming*, dan *De Novo Programming*.

1. Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi ialah suatu kegiatan yang berkenaan dengan penentuan apa yang harus diproduksi, berapa banyak diproduksi, kapan diproduksi dan apa sumber daya yang dibutuhkan untuk mendapatkan produk yang telah ditetapkan (Sinulingga, 2009:26).

Menurut Ariyani (2009) perencanaan produksi yang terdapat dalam suatu perusahaan dapat dibedakan menurut jangka waktu yang tercakup. yaitu:

a. Perencanaan Produksi Jangka Pendek (Perencanaan Operasional) adalah penentuan kegiatan produksi yang akan dilakukan dalam jangka waktu satu tahun mendatang atau kurang,

dengan tujuan untuk mengatur penggunaan tenaga kerja, persediaan bahan dan fasilitas produksi yang dimiliki perusahaan pabrik. Oleh karena perencanaan produksi jangka pendek berhubungan dengan pengaturan operasi produksi, maka perencanaan ini disebut juga dengan perencanaan operasional.

b. Perencanaan Produksi Jangka Panjang adalah penentuan tingkat kegiatan produksi lebih daripada satu tahun, dan biasanya sampai dengan lima tahun mendatang, dengan tujuan untuk mengatur pertambahan kapasitas peralatan atau mesin-mesin, ekspansi pabrik dan pengembangan produk (*product development*).

2. Peramalan

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan beberapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa (Nasution & Prasetyawan, 2008:29).

Beberapa metode *time series* yang dipakai diantaranya (Taha, 1997:25-27):

a. Metode *Moving Average*

Moving average mengestimasi permintaan periode berikutnya sebagai rata-rata dari permintaan aktual dari *m* periode terakhir. Secara matematis, rumus fungsi peramalan ini adalah:

$$\hat{y}_{t+1} = \frac{y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-u+1}}{u} \quad (1)$$

b. Metode *Exponential Smoothing*

Pengertian dasar dari metode ini adalah nilai ramalan pada periode *t + 1* merupakan nilai *actual* pada periode *t* ditambah dengan penyesuaian yang berasal dari kesalahan nilai ramalan yang terjadi pada periode *t* tersebut. Nilai peramalan dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$\hat{y}_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha)\hat{y}_t \quad (2)$$

3. Pemrograman Linear

Metode pemrograman linear adalah metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah umum pengalokasian sumber daya. Dalam model pemrograman linear dikenal 2 (dua) macam "fungsi", yaitu fungsi sasaran dan fungsi-

fungsi batasan (Subagyo, Asri & Handoko,2000:10).

Menurut Subagyo, Asri & Handoko (2000:12) berikut bentuk Bentuk dari model pemrograman linear.

Fungsi Sasaran:

Maksimumkan/Minimumkan

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \dots + C_nX_n \quad (3)$$

Fungsi Kendala

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n (\leq, =, \geq) b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2n}X_n (\leq, =, \geq) b_2 \quad (4)$$

⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + a_{m3}X_3 + \dots + a_{mn}X_n (\leq, =, \geq) b_m$$

dan

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, \dots, X_n \geq 0$$

4. Goal Programming

Model *Goal Programming* merupakan perluasan dari model pemrograman linear, sehingga seluruh asumsi, notasi, formulasi model matematis, prosedur perumusan model dan penyelesaian tidak berbeda. Perbedaan hanya terletak pada kehadiran sepasang variabel deviasional yang akan muncul di fungsi sasaran dan di fungsi-fungsi kendala (Siswanto, 2007:341).

Menurut Siswanto (2007:348) secara umum model matematis *Goal Programming* dapat dirumuskan sebagai berikut:

Memimumkan

$$Z = \sum_{i=1}^m d_i^- + d_i^+ \quad (5)$$

Dengan kendala:

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n + d_1^- - d_1^+ = b_1$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2n}X_n + d_2^- - d_2^+ = b_2$$

⋮ ⋮ ⋮ ⋮

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n + d_m^- - d_m^+ = b_m \quad (6)$$

Dan $X_j, d_i^+, d_i^- \geq 0$, untuk $i = 1, 2, \dots, m$ dan $j = 1, 2, \dots, n$

5. De Novo Programming

Menurut Tabucanon dalam Ariyani (2009) pendekatan *De Novo Programming* dalam menyelesaikan masalah optimasi dilakukan pendekatan secara total, artinya selain menentukan kombinasi terbaik yang optimal terhadap outputnya, pendekatan ini dapat memberikan suatu usulan penggunaan sumber daya yang terintegrasi melalui anggaran yang tersedia.

Berikut ini adalah formulasi model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming*, yaitu (Umarusman, 2013):

Fungsi Sasaran

$$\text{Meminimumkan } d \tag{7}$$

Fungsi Kendala

$$c_{k1}x_1 + c_{k2}x_2 + \dots + c_{kj}x_j + d_k^- - d_k^+ = Z_k^* \tag{8}$$

$$\alpha_i \frac{d_k^-}{Z_k^* - Z_k^-} \leq d \tag{9}$$

$$c_{s1}x_1 + c_{s2}x_2 + \dots + c_{sj}x_j + d_s^- - d_s^+ = W_s^* \tag{10}$$

$$\beta_s \frac{d_s^-}{W_s^* - W_s^-} \leq d \tag{11}$$

$$v_1x_1 + v_2x_2 + \dots + v_jx_j \leq B \tag{12}$$

$$k = 1, 2, \dots, n; s = 1, 2, \dots, n$$

METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di *home industry* "Serlium Leather" yang beralamat di Dadaprejo, Junrejo, Malang. Penelitian dilaksanakan pada 17 Januari 2018 dan 6 Februari 2018.

2. Metode Pengumpulan Data

Penelitian Kepustakaan

Pada penelitian menggunakan sumber yang relevan dengan permasalahan yang dibahas, baik jurnal, buku, serta karya tulis yang relevan dengan permasalahan yang dibahas.

Penelitian Lapangan

Penelitian lapangan yaitu penelitian yang dilakukan dengan terjun langsung ke lapangan untuk memperoleh data melalui pengamatan langsung pada objek yang akan diteliti untuk memperoleh data yang dibutuhkan.

3. Pengambilan Data

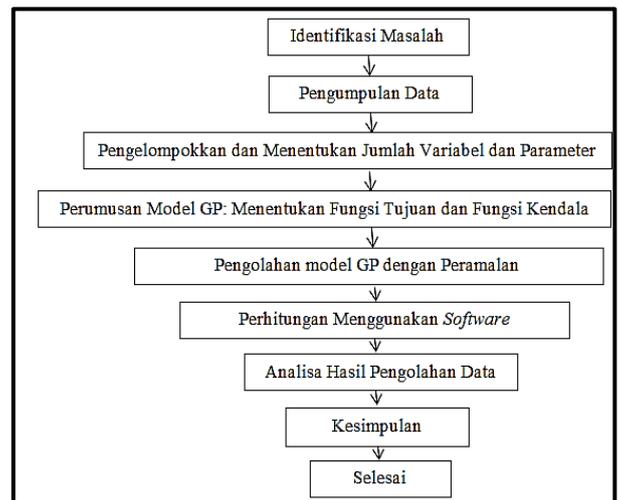
Pengambilan data dilakukan dengan wawancara yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mengadakan tanya jawab secara langsung kepada responden. Serta menggunakan buku-buku terkait, jurnal-jurnal yang relevan dengan permasalahan yang dibahas.

4. Pengolahan Data

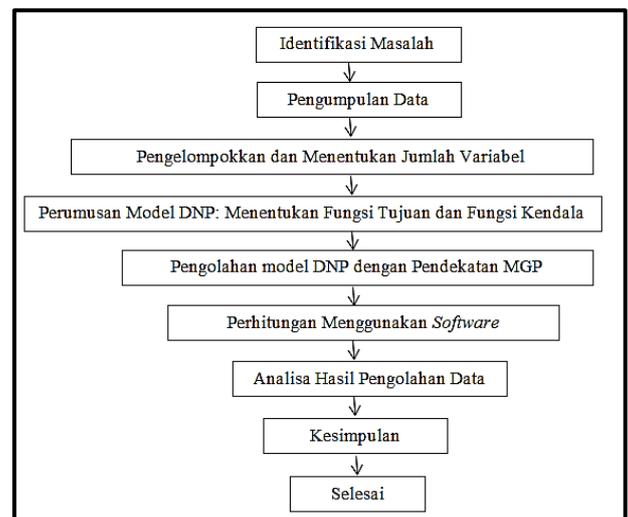
Pada penelitian ini model yang digunakan adalah model *Goal Programming* dan model *De Novo Programming*.

5. Analisis Data

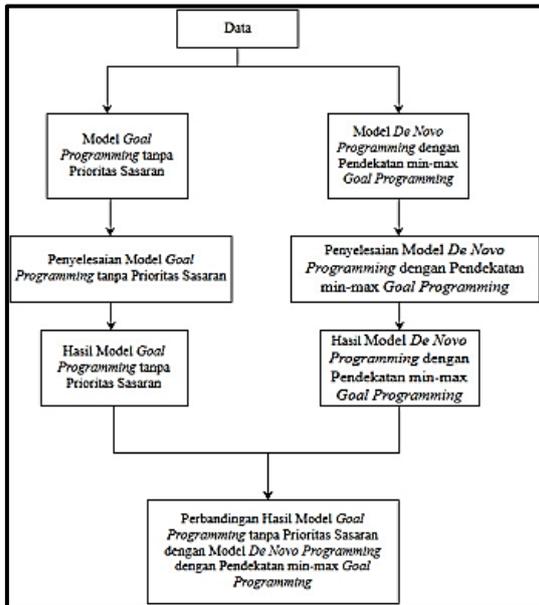
Secara umum, alur penelitian menggunakan model *Goal Programming* dan model *De Novo Programming* dapat diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 1 Alur Penelitian Model *Goal Programming*



Gambar 2 Alur Penelitian Model *De Novo Programming*



Gambar 3 Alur Perbandingan Model Goal Programming dan Model De Novo Programming

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Untuk membentuk model perencanaan produksi yang dapat diterima dan digunakan di *home industry* "Serlium Leather" maka dibutuhkan asumsi-asumsi untuk memberikan gambaran komponen dari permasalahan nyata yang terjadi dalam suatu proses produksi.

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

- 1) Tidak ada pengembalian produk dari konsumen.
- 2) Tidak ada perubahan harga produk dan harga bahan baku selama penelitian.

Model *Goal Programming* dan model *De Novo Programming* merupakan penyelesaian masalah program linear dengan lebih dari satu sasaran sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah perencanaan produksi di *home industry* "Serlium Leather" yang memiliki fungsi sasaran memaksimalkan keuntungan dan kapasitas produksi.

Untuk membentuk model perencanaan produksi, diperlukan data dari *home industry* "Serlium Leather" sebagai berikut:

a. Data Penjualan Produk

Data penjualan produk selama bulan Juli–Desember 2017 pada *home industry* "Serlium Leather" dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Penjualan Produk

Bulan	Model Sepatu						
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
Juli	18	33	63	203	31	30	35
Agustus	16	37	58	200	35	34	38
September	18	30	65	212	33	33	36
Oktober	19	36	68	241	38	35	37
November	23	33	63	253	30	33	35
Desember	21	37	65	250	37	36	39
Total	115	206	382	1359	204	201	220

b. Data Keuntungan Produk

Tabel 2 Keuntungan Produk (per Pasang Sepatu)

Model Sepatu	Harga Jual (Rp)	Biaya Bahan Baku (Rp)	Biaya Tukang (Rp)	Overhead (Rp)	Keuntungan Bersih (Rp)
X ₁	530.000	175.201	200.000	8.000	146.799
X ₂	395.000	121.773	160.000	8.000	105.227
X ₃	400.000	143.773	165.000	8.000	83.227
X ₄	330.000	121.773	135.000	8.000	65.227
X ₅	295.000	88.773	110.000	8.000	88.227
X ₆	385.000	121.773	145.000	8.000	110.227
X ₇	430.000	132.773	145.000	8.000	144.227

c. Data Bahan Baku

Tabel 3 Komposisi Bahan Baku

Jenis Bahan Baku	Model Sepatu (per satuan kg)						
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
Kulit	0,45	0,28	0,35	0,28	0,175	0,28	0,315
Hak	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014
Lem	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Lining/Kain Sowet	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Sol Bonit	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Sol Karet	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Tamsin	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kain Keras	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045

Tabel 4 Persediaan Bahan Baku

Jenis Bahan Baku	Jumlah yang Tersedia (kg)
Kulit	834,82
Hak	40,012
Lem	428,7
Lining/Kain Sowet	257,22
Sol Bonit	828,82
Sol Karet	400,12
Tamsin	285,8
Kain Keras	128,61

1. Pemodelan Perencanaan Produksi dengan Goal Programming

Berikut ini adalah langkah-langkah pemodelan perencanaan produksi menggunakan *Goal Programming* tanpa prioritas sasaran yang diaplikasikan pada *home industry* "Serlium Leather", yaitu:

1) Merumuskan Fungsi Kendala Sasaran

a. Menentukan Variabel dan Parameter

Variabel dan parameter yang digunakan dalam perumusan *Goal Programming* ini adalah sebagai berikut:

- X_i : banyaknya produk ke- i yang diproduksi
- i : jenis produk yang dihasilkan, $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$
- P_i : tingkat permintaan akan jenis produk ke- i
- d_i^- : nilai penyimpangan di bawah P_i
- d_i^+ : nilai penyimpangan di atas P_i
- F_1 : keuntungan penjualan produk
- U_i : keuntungan per unit produk i
- K_{ij} : jumlah pemakaian bahan baku per unit produk i pada bahan baku j
- BT_{ij} : persediaan bahan baku j pada produk i

Variabel keputusan dalam model perencanaan ini adalah jumlah masing-masing jenis produk yang akan dibuat, yaitu:

- X_1 = banyaknya sepatu *loafer* yang diproduksi
- X_2 = banyaknya sepatu *ballerina* yang diproduksi
- X_3 = banyaknya sepatu *sneakers* yang diproduksi
- X_4 = banyaknya sepatu *pump* yang diproduksi
- X_5 = banyaknya sandal yang diproduksi
- X_6 = banyaknya sepatu *moccasin* yang diproduksi
- X_7 = banyaknya sepatu *oxford* yang diproduksi

b. Perumusan Fungsi Kendala

Berikut beberapa sasaran atau sasaran yang ingin dicapai untuk membantu pengambilan produksi dalam perencanaan produksi, sasaran-sasaran ini meliputi:

(1) Sasaran memaksimalkan kapasitas produksi untuk memenuhi permintaan

Prioritas utama suatu perusahaan dalam dunia bisnis adalah terpenuhinya permintaan konsumen akan produk. Oleh karena itu, dalam penelitian ini jumlah permintaan konsumen akan diprediksikan dengan menggunakan data penjualan yang sudah ada. Data yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Untuk memprediksi banyaknya produk yang akan diproduksi pada periode selanjutnya dilakukan perhitungan peramalan menggunakan metode *Moving Average* (MA) dan *Single Exponential Smoothing* (SES). Berdasarkan perhitungan diperoleh perbandingan hasil peramalan yang dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Peramalan Penjualan

Metode	Model Sepatu						
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
MA	126	212	392	1488	210	208	222
SES	116	207	383	1360	205	202	221

Dari hasil kedua peramalan diketahui bahwa peramalan menggunakan model MA memiliki hasil *error* terkecil sehingga data yang digunakan adalah data hasil peramalan dengan model MA. Oleh karena itu, diperoleh hasil peramalan untuk periode selanjutnya seperti tampak pada Tabel 5 sepatu model *loafer* sebanyak 126 pasang, sepatu model *ballerina* sebanyak 212 pasang, sepatu model *sneakers* sebanyak 392 pasang, sepatu model *pump* sebanyak 1488 pasang, sandal sebanyak 210 pasang, sepatu model *moccasin* sebanyak 208 pasang, dan sepatu model *oxford* sebanyak 222 pasang.

Formulasi fungsi kendala sasaran memaksimalkan kapasitas produksi untuk memenuhi permintaan adalah sebagai berikut:

$$X_i + d_i^- - d_i^+ = P_i \quad (13)$$

Untuk mengetahui jumlah permintaan produk i pada periode selanjutnya, pada penelitian ini jumlah permintaan diramalkan menggunakan metode MA dengan data periode kedua (bulan Juli–Desember 2017) seperti tampak pada Tabel 5.

Berdasarkan persamaan (13), fungsi kendala sasaran memaksimalkan kapasitas produksi untuk memenuhi permintaan menjadi:

$$X_1 + d_1^- - d_1^+ = 126 \quad (13a)$$

$$X_2 + d_2^- - d_2^+ = 212 \quad (13b)$$

$$X_3 + d_3^- - d_3^+ = 392 \quad (13c)$$

$$X_4 + d_4^- - d_4^+ = 1488 \quad (13d)$$

$$X_5 + d_5^- - d_5^+ = 210 \quad (13e)$$

$$X_6 + d_6^- - d_6^+ = 208 \quad (13f)$$

$$X_7 + d_7^- - d_7^+ = 222 \quad (13g)$$

(2) Sasaran memaksimalkan Keuntungan
Formulasi fungsi sasaran Z adalah sebagai berikut:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^7 U_i X_i \quad (14)$$

Untuk hal itu, sasarannya adalah memaksimalkan keuntungan. Jadi diharapkan penyimpangan negatif diusahakan nol sehingga penyimpangan negatif harus diminimumkan. Artinya, fungsi kendalanya menjadi:

$$146.799X_1 + 105.227X_2 + 83.227X_3 + 65.227X_4 + 88.227X_5 + 110.227X_6 + 144.227X_7 + d_8^- - d_8^+ = F_1 \quad (14a)$$

(3) Sasaran meminimalkan pemakaian bahan baku

Formulasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^7 K_i X_i \leq BT_{ij} \quad (15)$$

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4 menggunakan persamaan (15), maka fungsi kendalanya menjadi:

$$0,45X_1 + 0,28X_2 + 0,35X_3 + 0,28X_4 + 0,175X_5 + 0,28X_6 + 0,315X_7 + d_9^- - d_9^+ \leq 834,82 \quad (15a)$$

$$0,014X_1 + 0,014X_2 + 0,014X_3 + 0,014X_4 + 0,014X_5 + 0,014X_6 + 0,014X_7 + d_{10}^- - d_{10}^+ \leq 40,012 \quad (15b)$$

$$0,15X_1 + 0,15X_2 + 0,15X_3 + 0,15X_4 + 0,15X_5 + 0,15X_6 + 0,15X_7 + d_{11}^- - d_{11}^+ \leq 428,7 \quad (15c)$$

$$0,09X_1 + 0,09X_2 + 0,09X_3 + 0,09X_4 + 0,09X_5 + 0,09X_6 + 0,09X_7 + d_{12}^- - d_{12}^+ \leq 257,22 \quad (15d)$$

$$0,29X_1 + 0,29X_2 + 0,29X_3 + 0,29X_4 + 0,29X_5 + 0,29X_6 + 0,29X_7 + d_{13}^- - d_{13}^+ \leq 828,82 \quad (15e)$$

$$0,14X_1 + 0,14X_2 + 0,14X_3 + 0,14X_4 + 0,14X_5 + 0,14X_6 + 0,14X_7 + d_{14}^- - d_{14}^+ \leq 400,12 \quad (15f)$$

$$0,1X_1 + 0,1X_2 + 0,1X_3 + 0,1X_4 + 0,1X_5 + 0,1X_6 + X_7 + d_{15}^- - d_{15}^+ \leq 285,8 \quad (15g)$$

$$0,045X_1 + 0,045X_2 + 0,045X_3 + 0,045X_4 + 0,045X_5 + 0,045X_6 + 0,045X_7 + d_{16}^- - d_{16}^+ \leq 128,61 \quad (15h)$$

2) Merumuskan Fungsi Sasaran

Home industry "Serlium Leather" berharap bisa memaksimalkan keuntungan dan kapasitas produksi. Untuk itu, berdasarkan persamaan (13a) – (13g) agar bisa memaksimalkan kapasitas produksi maka penyimpangan negatif (d_i^-) harus diminimalkan dan diharapkan nilainya adalah nol agar sasaran memaksimalkan kapasitas produksi tercapai. Oleh karena itu, fungsi sasarannya menjadi:

$$\text{Min } Z = \sum d_i^- \quad (16)$$

$$\text{Min } Z = d_1^- + d_2^- + d_3^- + d_4^- + d_5^- + d_6^- + d_7^- \quad (16a)$$

Berdasarkan persamaan (14a) agar dapat memaksimalkan keuntungan maka penyimpangan negatif (d_i^-) harus minimum, maka persamaan fungsi sasarannya menjadi:

$$\text{Min } Z = d_8^- \quad (17)$$

Berdasarkan persamaan (15a) – (15h) agar dapat meminimalkan pemakaian bahan baku maka penyimpangan positif (d_i^+) harus minimum sehingga fungsi sasarannya menjadi:

$$\text{Min } Z = d_9^+ + d_{10}^+ + d_{11}^+ + d_{12}^+ + d_{13}^+ + d_{14}^+ + d_{15}^+ + d_{16}^+ \quad (18)$$

3) Hasil dan Pembahasan

Hasil kombinasi variabel keputusan dan hasil optimisasi yang dilakukan LINGO dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai Variabel Keputusan yang Optimal *Goal Programming* tanpa Prioritas Sasaran Berdasarkan Hasil Output LINGO

Kendala	Sasaran	Variabel	Hasil	Keterangan
Memenuhi Jumlah Permintaan Produksi	126	X_1	126	Tercapai
	212	X_2	212	Tercapai
	392	X_3	392	Tercapai
	1488	X_4	1488	Tercapai
	210	X_5	210	Tercapai
	208	X_6	208	Tercapai
	222	X_7	222	Tercapai
Memaksimalkan Keuntungan		F_1	243.960.800	Tercapai
Meminimalkan Pemakaian Bahan Baku	834,82	D92	0,00	Tercapai
	40,012	D102	0,00	Tercapai
	428,7	D112	0,00	Tercapai
	257,22	D122	0,00	Tercapai
	828,82	D132	0,00	Tercapai
	400,12	D142	0,00	Tercapai
	285,8	D152	0,00	Tercapai
128,61	D162	0,00	Tercapai	

Berdasarkan Tabel 6 didapatkan kombinasi solusi yang optimal yaitu:

- (1) Sasaran memenuhi permintaan produksi terpenuhi oleh semua produk.
- (2) Sasaran memaksimalkan keuntungan diperoleh dengan keuntungan sebesar Rp.243.960.800,00.
- (3) Sasaran meminimalkan pemakaian bahan baku terpenuhi karena tidak terdapat nilai penyimpangan positif dari penggunaan bahan baku.

2. Pemodelan Model *De Novo Programming*

1) Penggunaan Formulasi Model

a. Fungsi sasaran

Sasaran dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh keuntungan dan kapasitas produksi yang maksimal. Berdasarkan Tabel 2 yang berisi data keuntungan, maka fungsi sasarannya menjadi:

Memaksimalkan Z_1 (Keuntungan)

$$Z_1 = 146.799X_1 + 105.227X_2 + 83.227X_3 + 65.227X_4 + 88.227X_5 + 110.227X_6 + 144.227X_7 \quad (19)$$

Memaksimalkan Z_2 (Kapasitas Produksi)

$$Z_2 = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 \quad (20)$$

b. Fungsi Kendala

(1) Kendala Biaya Bahan Baku

Berdasarkan hasil wawancara, diketahui biaya bahan baku per periode (bulan Juli–Desember 2017) yang dikeluarkan oleh *home industry* "Serlium Leather" untuk persediaan bahan baku $B = \text{Rp}.358.893.038,00$.

Untuk diperoleh formulasi sederhana dari kendala biaya bahan baku, maka langkah selanjutnya adalah menghitung variabel *cost* (v_j) yang dibutuhkan untuk membuat jenis produk j .

$$p_1a_{1j} + p_2a_{2j} + \dots + p_ia_{ij} = v_j \quad (21)$$

Untuk kendala biaya bahan baku, data harga bahan baku per satuan (kg) juga diperlukan sehingga tampak pada Tabel 7.

Tabel 7 Harga Bahan Baku per Satuan

Jenis Bahan Baku	Harga Bahan Baku (per satuan kg) (Rp)
Kulit	314.286
Hak	142.857
Lem	35.000
Lining/Kain Sowet	50.000
Sol Bonit	45.977
Sol Karet	33.333
Tamsin	22.222
Kain Keras	40.000

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 7 dan merujuk persamaan (21) sehingga diperoleh fungsi kendala biaya bahan baku sebagai berikut:

$$175.201X_1 + 121.773X_2 + 143.773X_3 + 121.773X_4 + 88.773X_5 + 121.773X_6 + 132.773X_7 \leq 358.893.038 \quad (22)$$

(2) Kendala Permintaan Produk

Formulasi kendala permintaan produk adalah sebagai berikut:

$$X_i \geq P_i \quad (23)$$

Fungsi kendala permintaan produk berdasarkan persamaan (23), adalah sebagai berikut:

$$X_1 \geq 115 \quad (23a)$$

$$\begin{aligned} X_2 &\geq 206 && (23b) \\ X_3 &\geq 382 && (23c) \\ X_4 &\geq 1359 && (23d) \\ X_5 &\geq 204 && (23e) \\ X_6 &\geq 201 && (23f) \\ X_7 &\geq 220 && (23g) \end{aligned}$$

(3) Kendala Ketersediaan Bahan Baku

Formulasi kendala ketersediaan bahan baku adalah sebagai berikut:

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n \leq X_{n+m} \quad (24)$$

Merujuk pada persamaan (24), maka fungsi kendalanya menjadi:

$$\begin{aligned} 0,45X_1 + 0,28X_2 + 0,35X_3 \\ + 0,28X_4 + 0,175X_5 + 0,28X_6 \\ + 0,315X_7 \leq 834,82 \end{aligned} \quad (24a)$$

$$\begin{aligned} 0,014X_1 + 0,014X_2 + 0,014X_3 \\ + 0,014X_4 + 0,014X_5 + 0,014X_6 \\ + 0,014X_7 \leq 40,012 \end{aligned} \quad (24b)$$

$$\begin{aligned} 0,15X_1 + 0,15X_2 + 0,15X_3 \\ + 0,15X_4 + 0,15X_5 + 0,15X_6 \\ + 0,15X_7 \leq 428,7 \end{aligned} \quad (24c)$$

$$\begin{aligned} 0,09X_1 + 0,09X_2 + 0,09X_3 \\ + 0,09X_4 + 0,09X_5 + 0,09X_6 \\ + 0,09X_7 \leq 257,22 \end{aligned} \quad (24d)$$

$$\begin{aligned} 0,29X_1 + 0,29X_2 + 0,29X_3 \\ + 0,29X_4 + 0,29X_5 + 0,29X_6 \\ + 0,29X_7 \leq 828,82 \end{aligned} \quad (24e)$$

$$\begin{aligned} 0,14X_1 + 0,14X_2 + 0,14X_3 \\ + 0,14X_4 + 0,14X_5 + 0,14X_6 \\ + 0,14X_7 \leq 400,12 \end{aligned} \quad (24f)$$

$$\begin{aligned} 0,1X_1 + 0,1X_2 + 0,1X_3 + 0,1X_4 \\ + 0,1X_5 + 0,1X_6 + X_7 \leq 285,8 \end{aligned} \quad (24g)$$

$$\begin{aligned} 0,045X_1 + 0,045X_2 + 0,045X_3 \\ + 0,045X_4 + 0,045X_5 + 0,045X_6 \\ + 0,045X_7 \leq 128,61 \end{aligned} \quad (24h)$$

2) Hasil dan Pembahasan

Berikut ini adalah langkah-langkah menyelesaikan model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming*, yaitu:

a. Menyelesaikan setiap fungsi sasaran dalam model *De Novo Programming* satu persatu secara terpisah, yaitu sebagai berikut:

1) Memaksimalkan Z_1 dan Z_2

Berdasarkan perhitungan *software* LINGO diperoleh solusi optimal maksimum untuk fungsi sasaran memaksimalkan secara berturut-turut adalah $I^* = \{253.950.400 ; 2.858\}$.

2) Meminimalkan Z_1 dan Z_2

Berdasarkan perhitungan *software* LINGO diperoleh solusi optimal minimum untuk fungsi sasaran meminimumkan secara berturut-turut adalah $I^- = \{230.878.700 ; 2687\}$.

b. Membentuk Model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming*

Fungsi Sasaran

Meminimalkan d

Fungsi Kendala

$$\begin{aligned} 146.799X_1 + 105.227X_2 + 83.227X_3 \\ + 65.227X_4 + 88.227X_5 + 110.227X_6 \\ + 144.227X_7 + d_1^- - d_1^+ = 253.950.400 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + d_2^- \\ - d_2^+ = 2858 \end{aligned}$$

$$\frac{d_1^-}{253.950.400 - 230.878.700} \leq d$$

atau $d_1^- - 23.071.700d \leq 0$

$$\frac{d_2^-}{2858 - 2687} \leq d \text{ atau } d_2^- - 171d \leq 0$$

$$\begin{aligned} 175.201X_1 + 121.773X_2 + 143.773X_3 \\ + 121.773X_4 + 88.773X_5 + 121.773X_6 \\ + 132.773X_7 = 358.893.038 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,45X_1 + 0,28X_2 + 0,35X_3 + 0,28X_4 \\ + 0,175X_5 + 0,28X_6 + 0,315X_7 \leq 834,82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,014X_1 + 0,014X_2 + 0,014X_3 + 0,014X_4 \\ + 0,014X_5 + 0,014X_6 + 0,014X_7 \leq 40,012 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,15X_1 + 0,15X_2 + 0,15X_3 + 0,15X_4 \\ + 0,15X_5 + 0,15X_6 + 0,15X_7 \leq 428,7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,09X_1 + 0,09X_2 + 0,09X_3 + 0,09X_4 \\ + 0,09X_5 + 0,09X_6 + 0,09X_7 \leq 257,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,29X_1 + 0,29X_2 + 0,29X_3 + 0,29X_4 \\ + 0,29X_5 + 0,29X_6 + 0,29X_7 \leq 828,82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,14X_1 + 0,14X_2 + 0,14X_3 + 0,14X_4 \\ + 0,14X_5 + 0,14X_6 + 0,14X_7 \leq 400,12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,1X_1 + 0,1X_2 + 0,1X_3 + 0,1X_4 + 0,1X_5 \\ + 0,1X_6 + X_7 \leq 285,8 \end{aligned}$$

$$0,045X_1 + 0,045X_2 + 0,045X_3 + 0,045X_4 + 0,045X_5 + 0,045X_6 + 0,045X_7 \leq 128,61$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, d_1^-, d_1^+, d_2^-, d_2^+ \geq 0$$

Hasil kombinasi variabel keputusan dan hasil optimisasi yang dilakukan LINGO dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai Variabel Keputusan yang Optimal *De Novo Programming* dengan Pendekatan min-max *Goal Programming* Berdasarkan Hasil *Output* LINGO

Variabel	Hasil
X1	171,0009
X2	0
X3	1643,646
X4	0
X5	1043,353
X6	0
X7	0
D	0,00
D1	0,00
D2	0,00
D3	0,00
D4	0,00

Berdasarkan Tabel 8 dapat diketahui bahwa fungsi sasaran tercapai karena nilai $d = 0$, artinya nilai fungsi sasaran dicapai pada nilai optimal maksimum.

Berdasarkan perhitungan model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming* diperoleh keuntungan maksimum dalam satu periode adalah Rp.358.893.021,00 dengan kapasitas produksi dalam satu periode sebanyak 2858 pasang sepatu yaitu dengan memproduksi sepatu *loafer* sebanyak 171 pasang, sepatu *sneakers* sebanyak 1643 pasang, dan sandal sebanyak 1044 pasang.

3. Perbandingan Hasil Model *Goal Programming* tanpa Prioritas Sasaran dengan Model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming*

Berdasarkan hasil perhitungan dari kedua model yaitu model *Goal Programming* tanpa prioritas dan model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming* dapat dibandingkan hasilnya, seperti pada tabel berikut:

Tabel 9 Perbandingan Hasil Model *Goal Programming* tanpa Prioritas dan Model *De Novo Programming* dengan Pendekatan min-max *Goal Programming*

Kriteria	Model	
	<i>Goal Programming</i>	<i>De Novo Programming</i>
Keuntungan	Rp.243.960.800,00	Rp.358.893.021,00
Kapasitas produksi	Total	2.858
	X ₁	126
	X ₂	212
	X ₃	392
	X ₄	1.488
	X ₅	200
	X ₆	208
X ₇	222	

Berdasarkan Tabel 9, model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming* memberikan keuntungan yang lebih besar dibandingkan model *Goal Programming* tanpa prioritas sasaran. Dengan kriteria kapasitas produksi yaitu hanya memproduksi 3 model sepatu seperti *loafer*, *sneakers*, dan sandal. Sedangkan berdasarkan sisi kerumitan dalam pengerjaan lebih rumit menyelesaikan model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming* dibandingkan model *Goal Programming* tanpa prioritas sasaran.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penyelesaian model *Goal Programming* tanpa prioritas sasaran dan model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming*, diperoleh bahwa model *De Novo Programming* dengan pendekatan min-max *Goal Programming* memberikan keuntungan yang lebih besar sebanyak Rp.114.807.849,00 dibandingkan model *Goal Programming* tanpa prioritas sasaran, dengan hanya memproduksi 3 model sepatu seperti *loafer* sebanyak 171 pasang, *sneakers* sebanyak 1643 pasang, dan sandal sebanyak 1044 pasang.

Saran

Saran bagi penelitian selanjutnya, dapat melibatkan fungsi sasaran dan fungsi kendala yang lebih banyak dengan mempertimbangkan prioritas sasaran dan pembobotan, dapat menyelesaikan masalah produksi selain produksi

sepatu, dapat membandingkan model *Goal Programming* dan model *De Novo Programming* dengan pendekatan yang lainnya seperti *Fuzzy De Novo Programming*, dapat menggunakan model *De Novo Programming* dengan syarat harus memproduksi semua jenis produk.

DAFTAR PUSTAKA

Anis, M, Nandiroh, S. & Utami A.D. (2007). Optimasi Perencanaan Produksi dengan Metode Goal Programming. *Jurnal Teknik Industri* Vol. 5, No. 3:133-143.

Ariyani, E. (2009). Perencanaan Produksi dengan Metode De Novo Programming untuk Memperoleh Keuntungan yang Maksimal di PT Keramik Diamond Industries Gresik. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik* Vol. 9, No. 2:130-142.

Harjiyanto, T. (2014). Aplikasi Model Goal Programming untuk Optimasi Produksi Aksesoris (Studi Kasus: PT Kosama Jaya Banguntapan Bantul). *Skripsi*. Universitas Negeri Yogyakarta.

Istiqomah, N. A. & Lestari, D. (2017). Optimasi Perencanaan Produksi Kue dan Bakery di Home Industry "Selaras Cake" menggunakan Model Goal Programming. *Jurnal Fourier* Vol. 6, No. 1:27-35.

Lestari, D. (2014). *Optimasi Perencanaan Produksi Model Program Linear Multi Objektif De Novo dengan Pendekatan Goal Programming*. Surabaya: Prosiding Konferensi Nasional Matematika XVII ITS.

Nababan, D. A., Lestari, H. P. & Saptaningtyas, F. Y. (2016). Model De Novo Programming menggunakan Pendekatan min-max Goal Programming dan Penerapannya pada Optimasi Perencanaan Produksi Bakpia 716 Annur Yogyakarta. *Jurnal Matematika* Vol 5, No. 2.

Nasution, A.H. & Prasetyawan, Y. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Sinulingga, S. (2009). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi Edisi Pertama*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Optimasi Perencanaan Produksi (Nurkhasanah) 11
Siswanto. (2007). *Operations Research Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Subagyo, P., Asri, M.& Handoko, T.H. (2000). *Dasar-Dasar Operations Research*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.

Taha, H.A. (1997). *Riset Operasi Edisi kelima Jilid 2*. Jakarta: Binarupa Aksara.

Umarusman, N. (2013). Min-max Goal Programming Approach For Solving Multi-Objective De Novo Programming Problems. *International Journal of OR* Vol. 10, N0. 2:92-99.